



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

TIILETKOJEN NOSTOLAITE

Wienerberger Oy, Lappilan tiilitehdas

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotantopainotteinen mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2013
Tekijä Joonas Jokiniemi

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka

JOKINIEMI, JOONAS:

Tiililetkojen nostolaite
Wienerberger Oy, Lappilan tiilitehdas

Mekatroniikan opinnäytetyö, 21 sivua, 16 liitesivua

Kevät 2013

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä käsitellään Wienerberger Oy:n Lappilan-tiilitehtaalle suunniteltavan pakkauslinjamuutoksen suunnitteluprosessia. Tällaiselle muutokselle on syntynyt tarve viimeisten kymmenen vuoden aikana, kun tiiliä on alettu myydä myös Venäjälle. Venäjälle myytävät tiilet täytyy pakata erilaisille lavoille, kuin Suomeen myytävät tiilet. Suunnittelun lähtökohta oli se, että nykyisen tuotantolinjan rinnalle suunnitellaan uusi pakkausosio, joka pakkaa nykyiset tiilipakkaukset uudelleen isommalle pohjalavalle.

Uusi pakkausosio koostuu letkojen nostelijasta, lavansyöttölaitteesta, käärintäkoneesta ja yhdestä uudesta kuljettimesta, joista letkojen nostelijan suunnittelu on tämän opinnäytetyön tavoite.

Suunnittelutyön prosessi lähti liikkeelle vanhan menetelmän kartoittamisella ja kustannussäästöjen laskemisella, mikäli uudenlainen pakkauslinja toteutettaisiin. Opinnäytetyössä suuressa roolissa on erilaisten komponenttien valinta ja mitoitus, joita teoriaosuudessa käsitellään. Suunnittelutyön lisäksi opinnäytetyössä esitellään Lappilan tiilitehtaan historiaa.

Suunnitteluprosessi onnistui hyvin, vaikkakin se valmistui hieman odotettua myöhemmin. Suunnitelmia voidaan hyödyntää, kun pakkauslinjamuutosta aletaan toteuttamaan.

Asiasanat: koneenrakennus, hydraulikka

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

JOKINIEMI, JOONAS:

Brick package lift machine
Wienerberger Oy

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 21 pages, 16 pages of appendices

Spring 2013

ABSTRACT

This thesis deals with the process of changing the production line in Wienerberger's brickfactory in Lappila. The need for the change has risen in the last ten years, when the bricks started to be sold to Russia. Bricks that are sold to Russia have to be packed on different pallets than the bricks sold to Finland. The starting point for the design was that the new packagingline was built beside the old one. The new packagingline packs bricks on bigger pallets.

The new packageline consists of a lifting machine, pallet feeder, wrapping machine and one new conveyor. The lifting machine was planned in this thesis.

The planning process started by monitoring the old line. After that economic benefits of the new line were calculated. Component selection plays a big role in the thesis.

Besides the planning process, the thesis includes some history of brick manufacturing in Lappila.

Key words: mechanical engineering and hydraulics

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	WIENERBERGER	2
3	SUUNNITTELUTYÖN TAVOITTEET	3
3.1	Nostolaitteen rakenne	3
3.1.1	Runko ja toimintojen toteutus	3
3.2	Kustannukset	4
4	HYDRAULIIKKA	5
4.1	Käyttöpaine	5
4.2	Komponenttien valinta	5
4.2.1	Pumput	6
4.2.2	Sylinterin valinta	6
4.2.3	Venttiilien valinta	7
5	SÄHKÖMOOTTORIT	8
5.1	Pyörintänopeus	8
5.2	Vääntömomentti	8
5.3	Taajuusmuuttajakäyttö	8
6	UUDEN JA VANHAN MENETELMÄN VERTAILU	9
6.1	Vanha menetelmä	9
6.2	Uusi menetelmä	9
6.3	Esimerkki kannattavuudesta	9
7	UUDEN MENETELMÄN SUUNNITTELU	11
7.1	Rakenteet	12
7.2	Mallintaminen	12
7.3	Komponenttien mitoitus	16
7.3.1	Sylinterin mitoitus	16
7.3.2	Hammastangon ja hammaspyörän valinta	18
7.3.3	Sähkömoottorin valinta	19
8	YHTEENVETO	20
	LÄHTEET	21
	LIITTEET	22

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Wienerberger Oy:n Lappilan tiilitehtaalle pakkauslinjamuutos, jonka myötä työvaiheet automatisoituvat pakkasuprosessissa.

Pakkauslinjalla pystyttiin jo ennestäänkin saattamaan tiilet automaattisesti pakettiin asti, kun pakkauskokona käytettiin normaalia Suomessa käytettävää tiilienpakkausmenetelmää, jossa tiilet pinotaan ns. letkapohjalavan päälle. Tämän pakkauslinjamuutoksen myötä tiilet pystyttäisiin pakkaamaan myös standardikokoisen eurolavan päälle automaattisesti. Tarve tällaiselle pakkausmenetelmälle on syntynyt viimeisten kymmenen vuoden aikana, kun tiiliä on alettu myydä myös Venäjän markkinoille. Venäläiset haluavat tiilensä eurolavoilla, jotta he voivat käsitellä niitä tavallisilla trukkipiikeillä.

Tähän asti eurolavoille pakkaaminen on tapahtunut siten, että varastotyöntekijät ovat levittäneet pihalle eurolavoja, joiden päälle tuotantolinjalta tulevat letkat on nostettu trukilla ja viety sen jälkeen puoliautomaattiseen käärintäkoneeseen. Vasta tämän jälkeen tiilet on voitu viedä varastoon odottaamaan hakijaansa.

Tämän opinnäytetyön osuutta tuotantolinjamuutoksessa oli nostelijan suunnittelu ja nykyisen pakkausmenetelmän kulujen kartoittaminen.

Suunnittelun lähtökohtana oli se, että vanhan pakkauslinjan jatkeeksi lisätään pätkä kuljetinta, suunnittelemani nostelija, lavansyöttölaite ja käärintäkone. Suunnittelu aloitettiin tarkastelemalla jo olemassa olevaa pakkauslinjaa ja hahmottelemalla muutamia erilaisia vaihtoehtoja letkojen nostamiseen ja tarvittavaan sivuttaisliikkeeseen. Suunnittelussa käytettiin SolidWorks-ohjelmistoa, jolla mallinnettiin nykyisestä ja tulevasta kuljettimesta hahmottelukuvat joiden pohjalta alettiin suunnitella nostelijaa.

2 WIENERBERGER

Wienerberger Oy on maailman suurin poltettujen tiilien valmistaja. Wienerberger koostuu 245 tiilitehtaasta 27:ssä eri maassa. Yritys syntyi lähellä Wieniä vuonna 1819 Alois Miesbachin toimesta. Suomessa yritys on toiminut vuodesta 2001 lähtien, kun se osti Lappilan ja Korian tiilitehtaat. (Wienerberger Oy 2013.)

Lappilan tiilitehdas (KUVIO 1) on perustettu vuonna 1928. Tehdas on suunniteltu Swedish Ab Åbjörn Anderssonin toimesta. Tuotanto aloitettiin vuonna 1929.

Vuonna 1965 tehdas paloi ja se rakennettiin uudestaan. Tuotantoa päästiin jatkamaan vuotta myöhemmin.

1970-luvulla tehdas koki paljon muutoksia. Vuonna 1973 Riihimäen Saha Oy osti Lappilan tiilitehtaan. Kaksi vuotta myöhemmin tehdas sai täysin uuden tuotantolaitteiston. Rinkimallinen uuni vaihtui tunnelimalliseksi uuniksi ja uusi kuivaamo rakennettiin. Vuonna 1977 tehdas sai jälleen uuden nimen, kun se siirtyi Paloheimo Oy:n nimen alle.

1980-luvulla tehdasta laajennettiin ja sen tuotantomäärät kaksinkertaistuivat. Laajennustyöt saatiin valmiiksi vuonna 1985. Kaksi vuotta myöhemmin Partek Oy osti Lappilan tiilitehtaan. Partekin nimen alla toimittiin aina vuoteen 1994 saakka, kunnes Partekin ja muutaman muun yrityksen yhdistymisen jälkeen nimi vaihtui Optiroc Oy:ksi. Optiroc nimisenä tehdas toimi vuoteen 2001 asti, jolloin Wienerberger osti Lappilan ja Korian tiilitehtaat Suomesta.



KUVIO 1. Lappilan tiilitehdas (Pärssinen)

3 SUUNNITTELUTYÖN TAVOITTEET

Nostelijan suunnittelussa tärkeimmät tavoitteet olivat, että se on rakenteeltaan yksinkertainen ja edullinen. Nostelijan suunnittelu oli määräävä tekijä koko linjastomuutossuunnitelmassa, joten sen suunnittelussa minulla oli melko vapaat kädet toiminnallisuuden ja liikeratojen suunnittelun suhteen. Ainoat kriteerit olivat, että sen tulee pystyä nostamaan neljä tiililetkaa nykyiseltä pakkauslinjalta eurolavan päälle uudelle kuljetinosuudelle.

3.1 Nostolaitteen rakenne

Nostelijan rakenteen tuli olla yksinkertainen, koska tiiliä käsiteltävissä tiloissa on aina pölyistä ja likaista. Näin ollen koneen rakenteen suunnittelussa piti ottaa huomioon, ettei se häiriinny pienistä pölymääristä. Lisäksi sen piti olla helposti puhdistettavissa.

3.1.1 Runko ja toimintojen toteutus

Koneen runko on suunniteltu tehtäväksi teräspalkeista hitsaus- ja pulttiliitoksin. Rakenteissa on käytetty jyrkeviä materiaaleja, koska nosteltavat letkat ovat raskaita. Lisäksi nostelijan ympärillä työskennellään pyöräkuormaajilla, siksi rakenteiden tuli olla sellaisia, että ne kestäisivät, vaikka niihin vahingossa osuisi pyöräkuormaajan piikeillä.

Nostoliikettä suunnitellessani päädyin toteuttamaan sen hydraulisesti, koska raskaimmat nostettavat kuormat ovat noin 1200 kg:n painoisia. Lisäksi nostoliikkeen korkeuden ollessa vain 45 mm hydraulinen toiminta on helppo toteuttaa. Sivuttaissiirrosta päädyttiin ratkaisuun, jossa nostokelkka kulkee kiskojen päällä ja käyttövoimana on sähkömoottori.

3.2 Kustannukset

Tärkeää nostolaitteen suunnittelussa oli, että se on ratkaisultaan edullinen, koska tuotantolinjamuutoksen muut laitteet ovat melko hinnakkaita, eikä linjamuutoksen kokonaiskustannukset voineet nousta kovin korkeiksi, jotta sille anottava investointiraha olisi riittävä.

4 HYDRAULIIKKA

Hydrauliikan mitoitus ja komponenttien valinta ovat keskeisessä roolissa nostoliikettä suunniteltaessa.

4.1 Käyttöpaine

Käyttöpaine vaikuttaa kaikkien komponenttien mitoitukseen, joten se täytyy olla selvillä ensimmäisenä. Korkeammalla paineella saadaan pienennettyä tilavuusvirtoja ja päin vastoin. Tavanomaisesti pyritään käyttämään korkeaa käyttöpainetta, koska sillä saadaan seuraavia etuja tilavuusvirran pienentyessä:

1. Toimilaitteen koko saadaan pieneksi, putket ja venttiilit ovat pieniä.
2. Pienituottoinen pumppu sallii kovemman pyörimisnopeuden.
3. Järjestelmästä tulee kevyempi ja laitekustannukset pienenevät.

(Fonselius 1999, 101.)

Vastaavasti korkea käyttöpaine tuo tullessaan myös haittoja:

1. Laitteelta vaaditaan suurempaa paineenkestoa.
2. Nesteen tilavuusvaihtelu saattaa kasvaa
3. Välykset ovat pienempiä.
4. Melu on kovempi.
5. Käyttöikä heikkenee.
6. Oikeanlaisten komponenttien hankinta vaikeutuu.

(Fonselius 1999, 101.)

4.2 Komponenttien valinta

Pumppujen, moottoreiden, sylintereiden ja venttiilien valinnassa keskitytään tarvittavien paineiden, tilavuusvirtojen, voimien ja kuormitusten laadun tarkasteluun.

4.2.1 Pumput

Pumppuja valittaessa täytyy tiedossa olla tarvittava paine, tilavuusvirta ja käyttömoottorin pyörimisnopeus. Kierrostilavuus ja pyörintänopeus määräävät tilavuusvirran. Erityyppisillä pumpuilla on erilaiset paineenkestävyydet. Hammaspyörä-, siipi- ja ruuvipumpuilla jatkuvan paineen kestävyys jäävät kaikissa alle 20 Mpa:n. Erityyppisillä mäntäpumpuilla saadaan painekestävyyttä nostettua jopa 100 Mpa:iin saakka. (Fonselius 1999, 103 - 104.)

4.2.2 Sylinterin valinta

Sylinteriä valittaessa lähdetään liikkeelle siitä, millaisia toimintoja sylinterin tarvitsee tehdä. Pääsääntöisesti sylinterit ovat joko yksi- tai kaksitoimisia. Yksitoiminen sylinteri tarvitsee jonkin ulkopuolisen voiman palautuakseen alkuasentoonsa. Kaksitoimisella sylinterillä voidaan tehdä työtä kumpaankin suuntaan. Sylinterin mitoituksessa täytyy tietää, paljonko paine-ero on männän eri puolilla, eli käytännössä hydraulijärjestelmän käyttöpaine, jos sitä ei ole rajoitettu venttiilein. Sylinterin veto- tai työntövoima voidaan laskea seuraavan kaavan (1) mukaisesti:

$$F = \Delta p * A * \eta$$

F = Sylinterin veto- tai työntövoima [N]

Δp = paine-ero sylinterissä [Pa]

A = männän pinta-ala [m^2]

η = sylinterin hyötysuhde.

(Fonselius 1999, 105-107.)

Kaksitoimisen sylinterin vetovoimaa laskettaessa on otettava huomioon, että männän pinta-alasta täytyy vähentää männänvarren poikkipinta-ala.

4.2.3 Venttiilien valinta

Venttiilejä on rakenteeltaan kahdenlaisia: istukka- ja luistiventtiileitä.

Istukkaventtiilit ovat rakenteeltaan tiiviitä ja sopivat erinomaisesti korkapaineisiin järjestelmiin. Istukkaventtiilit ovat myös sallivampia epäpuhtauksille järjestelmässä. Moniasentoiset venttiilit ovat rakenteeltaan aina luistiventtiileitä. Niiden ohjaamiseen riittää pienempi voima, koska ne ovat hydraulisesti tasapainossa. Venttiilityypin valinnan jälkeen valitaan venttiilin koko. Venttiilien koot ilmoitetaan nimellissuuruuksina, joka kuvaa venttiilin virtausaukon kokoa millimetreinä. Venttiilin valmistajan antamasta Δp -q käyrästä saadaan selville venttiilin painehäviö tilavuusvirran muuttuessa. Venttiileitä valittaessa on syytä myös olla tiedossa, miten niitä tullaan ohjaamaan. Koneautomaatiossa venttiileitä yleisimmin ohjataan sähköisellä ohjauksella. Yleisimmät ohjausjännitteet ovat 24 VDC ja 230 VAC. Suurimmilla hydrauliventtiileillä tarvitaan yleensä aina esiohjattua järjestelmää. (Fonselius 1999, 107 - 109.)

5 SÄHKÖMOOTTORIT

Sähkömoottorin mitoittamisessa aloitetaan tarvittavien vaatimusten määrittelyllä. Kriteerit asetetaan tarvittavan pyörintänopeuden, vääntömomentin ja käytön luonteen mukaan.

5.1 Pyörintänopeus

Sähkömoottorin pyörintänopeus riippuu käytettävän vaihteen välityssuhteesta ja halutusta toisionopeudesta. Yleisesti ottaen myös taajuusmuuttajakäytöissä pyritään siihen, että varsinainen pyörintänopeus saataisiin aikaiseksi 50 Hz:n taajuudella, jolloin taajuusmuuttajaa käytetään vain nopeuden hienosäätöön ja moottorin kiihdytyksiin ja jarrutuksiin.

5.2 Vääntömomentti

Tarvittavaa moottorin vääntömomenttia laskettaessa tarvitsee ensin määritellä kuorman liikutteluun tarvittavat voimat. Moottorin vääntömomentin tulee olla suurempi kuin kuorman kiihdyttämiseen tarvittava vääntömomentti.

5.3 Taajuusmuuttajakäyttö

Taajuusmuuttajan avulla moottoria ohjataan säätämällä jännitteen taajuutta. Taajuusmuuttajakäytön avulla moottorinohjauksesta saadaan monipuolisempaa:

1. Moottorin kiihdyttäminen ja hidastaminen ovat hallittavissa.
2. Pyörintänopeuden säätö taajuuden avulla ilman mekaanisia muutoksia.
3. Sunnenvaihto tapahtuu taajuusmuuttajan sisäisen ohjelmoinnin avulla.
4. Kontaktori ja lämpörele voidaan jättää pois, koska taajuusmuuttaja sisältää näiden komponenttien toiminnot.
5. Mekaanisia kuormituksia saadaan vähennettyä, koska moottorin käynnistyminen ja pysähtyminen ei aiheuta nykäyksiä.
6. Taajuusmuuttajakäytöllä voidaan toteuttaa paikoituskäyttöjä.

(VEM Motors Finland Oy 2013)

6 UUDEN JA VANHAN MENETELMÄN VERTAILU

Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin perehtymällä siihen, kuinka paljon aikaa ja rahaa nykyisellä menetelmällä tiilien pakkaaminen eurolavoille kuluttaa. Olen myös itse työskennellyt kyseisellä linjastolla ja pakannut tiiliä eurolavoille, joten jonkinlaista tuntumaa oli jo valmiiksi siihen, mikä työkierrossa veisi eniten aikaa ja rahaa. Vanhalla menetelmällä tiilien pakkaaminen lavoille sitoi kaksi pyöräkuormaajan kuljettajaa ja kaksi pyöräkuormaajaa tähän tehtävään aina, kun tuotannossa oli eurolavoille pakattavia tilauksia. Tavanomaisella pakkausmenetelmällä pakattaessa linjalla työskentelee vain yksi pyöräkuormaajan kuljettaja.

6.1 Vanha menetelmä

1. Pyöräkuormaaja 1 levittää pihalle eurolavoja.
2. Pyöräkuormaaja 1 nostaa neljä letkaa yhden eurolavan päälle ja siirtyy hakemaan uutta neljää letkaa.
3. Pyöräkuormaaja 2 ottaa lavan päällä olevat neljä letkaa lavan kanssa piikeilleen ja vie ne puoliautomaattiseen käärintäkoneeseen.
4. Kun pakkausmuovi on kääritty lavan ja tiilien ympärille, pyöräkuormaaja 2 ajaa lavan varsinaiselle varastopaikalle.

Tällä menetelmällä saadaan pakattua tunnissa noin kahdeksan eurolavallista tiiliä.

6.2 Uusi menetelmä

Uuden menetelmän tarkoituksena on saattaa nykyiset tiililetkat eurolavojen päälle ja valmiiksi pakkausmuoveihin automaattisesti, jolloin linjalla ei tarvitsisi työskennellä kuin yhden pyöräkuormaajan ja kuljettajan.

6.3 Esimerkki kannattavuudesta

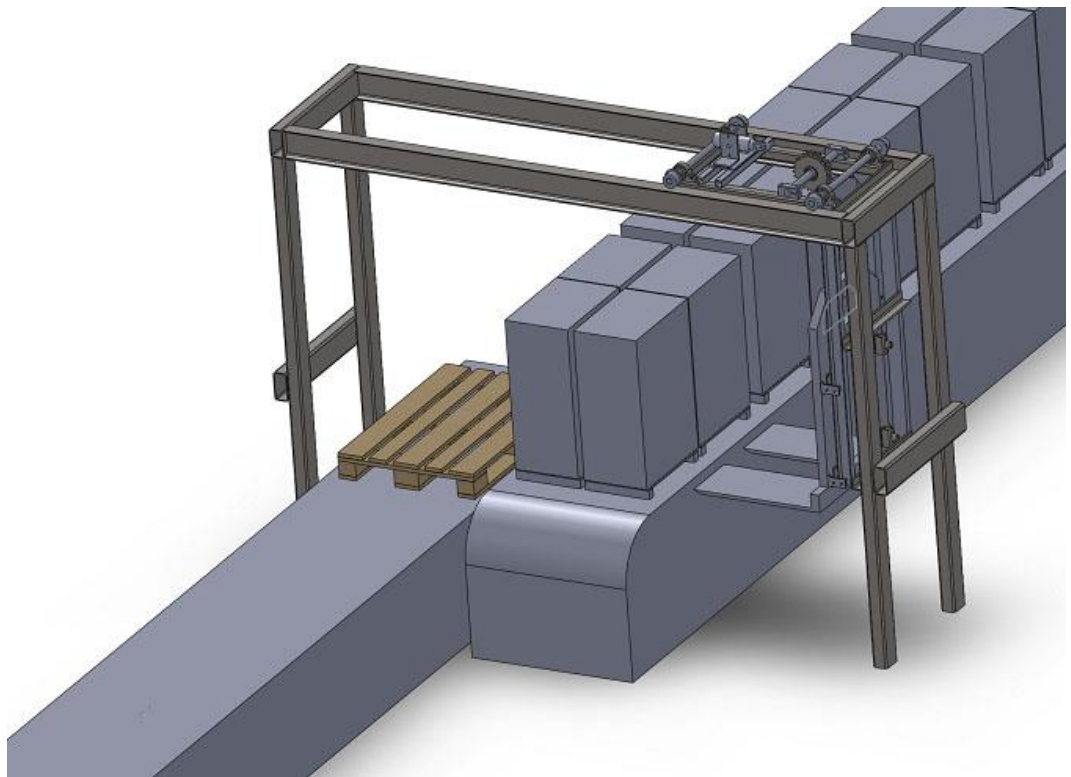
Esimerkiksi vuonna 2012 marraskuuhun mennessä oli pakattu (...) eurolavallista tiiliä, mikä tarkoittaa sitä, että näiden pakkaamiseen on kulunut noin (...) tuntia. Kun arvioidaan, että yhden pyöräkuormaajan ja kuljettajan tuntikustannus on noin

(...) euroa/h, on 2012 tammikuun ja marraskuun välisenä aikana rahaa kulunut noin (...) euroa tähän toimintaan, joka voitaisiin säästää pakkauslinjamuutoksen jälkeen.

7 UUDEN MENETELMÄN SUUNNITTELU

Uuden pakkausmenetelmän suunnittelussa opinnäytetyön osuutta oli tiililetkojen nostelija, joka nostaa aina neljä letkaa kerrallaan kuljettimelta toiselle kuljettimelle eurolavan päälle. Menetelmää miettiessä vaihtoehtoja oli kaksi: Ensimmäisessä vaihtoehdossa vanhan kuljettimen jatkeeksi olisi rakennettu uutta kuljetinta, johon nostelija olisi nostellut letkat siten, että nostelija olisi ensin liikkunut akselin x-suuntaisesti letkojen alle, jonka jälkeen nostelija olisi nostanut letkat akselin z-suuntaisesti ilmaan, siirtynyt akselin y-suuntaisesti lavan päälle, laskenut letkat lavan päälle akselin z-suuntaisesti, sitten poistunut akselin x-suuntaisesti letkojen alta ja palannut akselin y-suuntaisesti odottamaan uusia letkoja nostettavaksi. Toisessa vaihtoehdossa uusi kuljetin tulisi rakennettavaksi osittain vanhan kuljettimen rinnalle, jolloin nostelijan ei tarvitse tehdä kuin akseleiden x- ja z-suuntaisia liikkeitä.

Lopulta päädyttiin malliin (KUVIO 2), jossa uusi ja vanha kuljetin kulkevat osan matkaa rinnakkain.



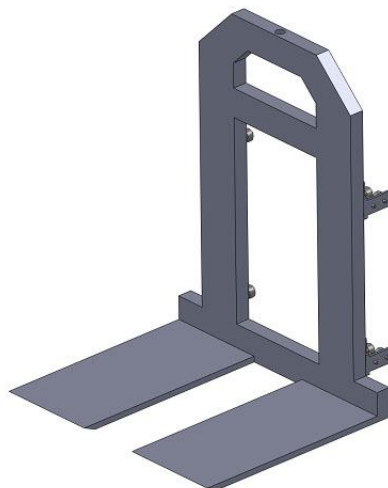
KUVIO 2. Mallinnettu nostolaite

7.1 Rakenteet

Nostelijan rakenteita suunniteltaessa lähtökohtana olivat yksinkertaisuus ja edullisuus. Valituksi tulleet rakenteet ovat hyvin samankaltaisia, kuin linjastossa jo olleessa nostelijassa, joka nostelee yksittäisiä letkoja aiempia pakkausvaihetta varten. Erona yhden letkan nostolaitteeseen, tässä nostoliike toteutettiin hydraulisesti, kun jo olemassa olleessa nostelijassa nostoliike oli toteutettu jarrumoottorin avulla. Sivuttaisliike toteutettiin taajuusmuuttajaohjatulla sähkömoottorilla, jonka pyörivä liike muutettiin lineaariliikkeeksi hammastangon ja hammaspyörän avulla.

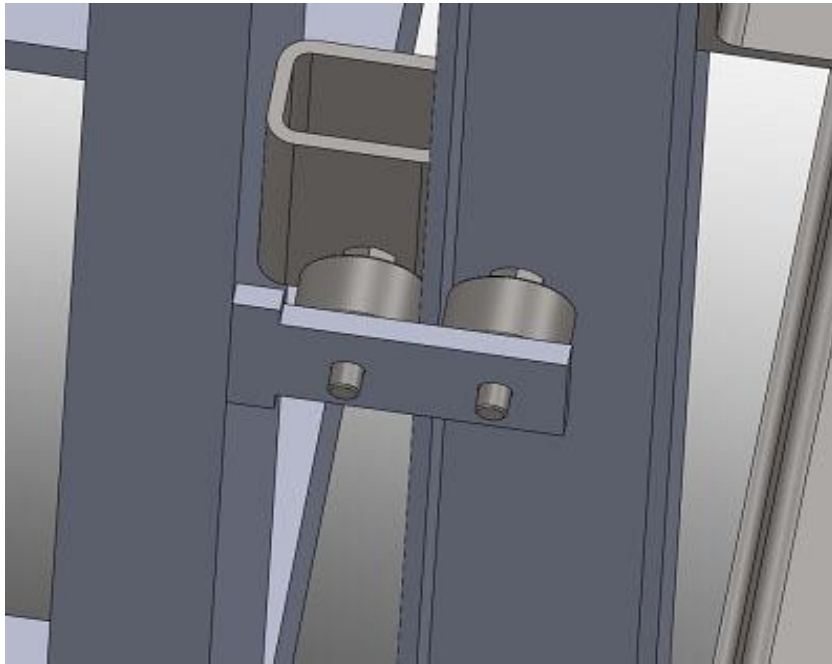
7.2 Mallintaminen

Suunnittelussa erittäin suuressa roolissa oli SolidWorks-ohjelmisto, jolla mallinnettiin nostelijaa sitä mukaa, kun toimintojen toteutustapa oli päätetty. Nostelijan mallintamisessa lähdettiin liikkeelle mallintamalla nostopiikit (KUVIO 3), jotka ovat hyvin samantapaiset, kuin pyöräkuormaajissa olevat nostopiikit, joilla tiililetkoja käsitellään neljän letkan ryhmissä. Erona pyöräkuormaajan piikkeihin on kiinitystapa itse nostolaitteeseen näissä erilainen, koska pyöräkuormaajan kiinnitykset toimivat hydraulisella pikalukituksella, jota tässä nostolaitteessa ei tarvita.

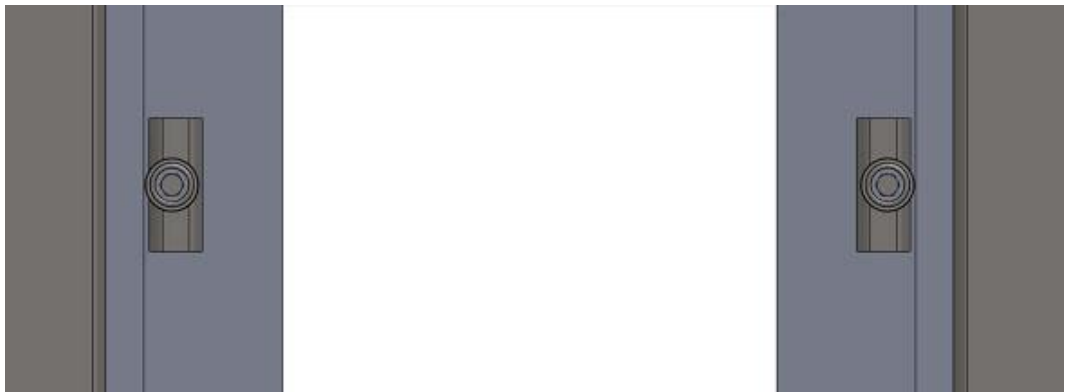


KUVIO 3. Nostopiikit

Nostopiikkien nostoliike toteutettiin siten, että nostopiikit liukuvat tukirullien (KUVIO 4 ja 5) avulla johteissa z-suuntaisesti. Nostovoima välitetään hydraulisylinteriltä ketjun avulla piikkeihin.

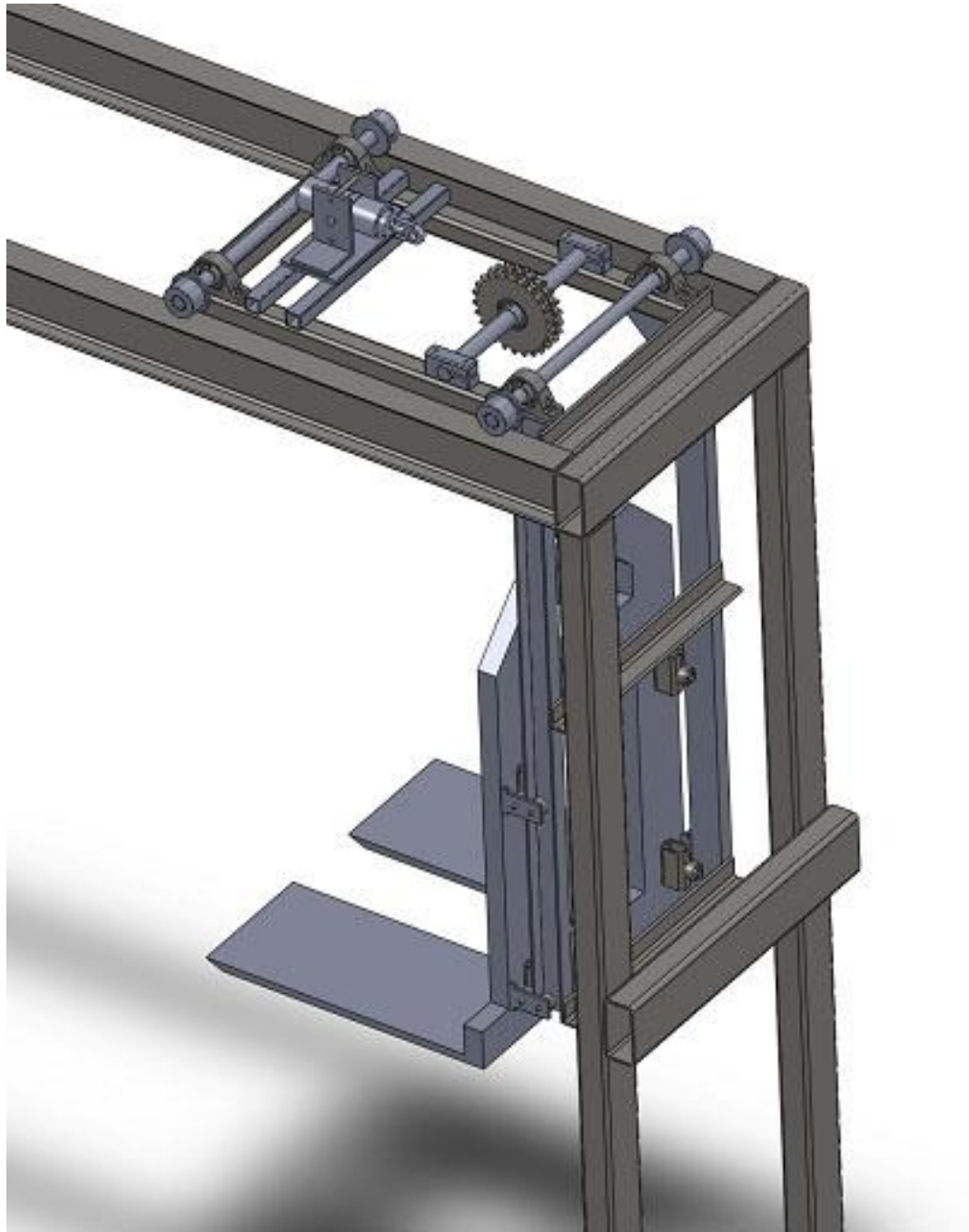


KUVIO 4. Tukirullat, jotka pitävät nostopiikit x-suunnassa paikallaan



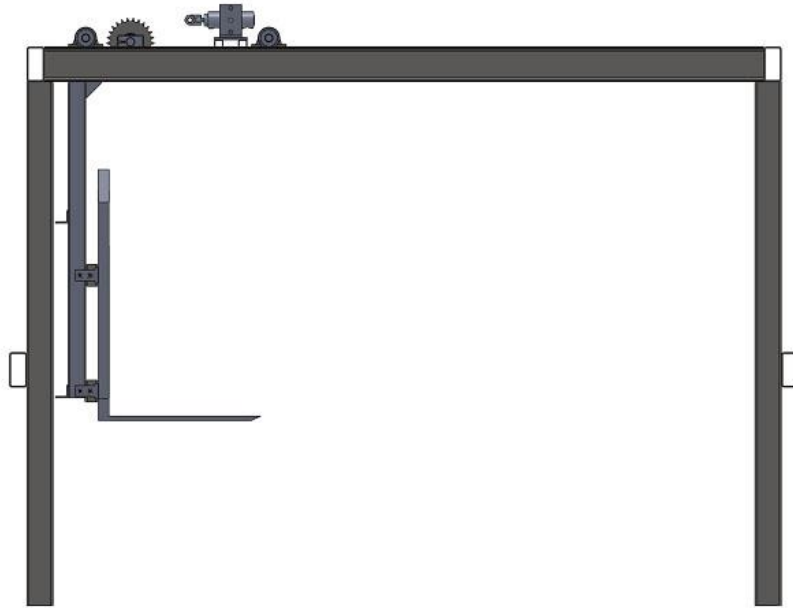
KUVIO 5. Tukirullat, jotka pitävät nostopiikit y-suunnassa paikallaan

Nostoliikkeen toimintatavan ratkaisun jälkeen ryhdyttiin miettimään akselin x-suuntaisen liikkeen toteutustapaa. Yhden letkan nostelijassa käytetty liike osoittautui kaikkein helpoimmaksi ja yksinkertaisimmaksi tavaksi toteuttaa liike. Liike siis toteutettiin siten, että nostolaite asetetaan kulkemaan kiskojen päällä laakeroituun (LIITE 15) akseliin liitettyjen pyörien varassa (KUVIO 6). Tätä toimintaa varten nostopiikkien kiskojen yhteyteen tehtiin kelkka, joka kulkee poikittaispalkkien päällä pyörien varassa.

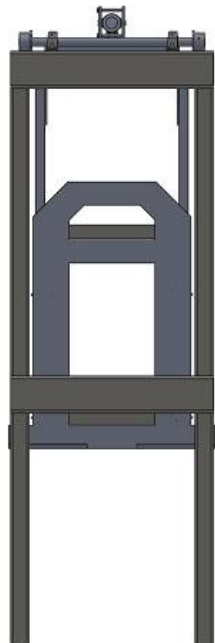


KUVIO 6. Sivuttaisliike tapahtuu kuvassa näkyvän kelkan varassa

Näiden toimintojen suunnittelun jälkeen aloitettiin rungon suunnittelu, jonka määrittelyinä olivat kuljettimien korkeus ja etäisyys toisistaan. Rungon poikkipalkkeina suunnittelussa käytettiin I-tankoa, joka on tyypiltään S235JRG2 160*82*5,0. Muut rungon osat on suunniteltu suorakaideputkipalkista, joka on tyypiltään S355J2H 160*80*6,3 (KUVIOT 7 ja 8).



KUVIO 7. Nostelija sivulta



KUVIO 8. Nostelija päädystä

7.3 Komponenttien mitoitus

Komponenttien mitoituksessa oleelliset osiot olivat riittävän nostovoiman aikaansaaminen hydraulisylinterin avulla sekä tarvittavan vaihdemootorin mitoittaminen sivuttaisliikkeen toteutukseen. Lisäksi laskettiin lujuusopin mukaisesti vaakapalkkien kestävyys kuorman ollessa niiden keskellä, koska silloin niihin kohdistuu suurin rasitus.

7.3.1 Sylinterin mitoitus

Sylinterin mitoituksessa lähdettiin liikkeelle siitä, että kartoitettiin tarvittava nostoliikkeen pituus ja nostettavan taakan massa.

Nostoliikkeen pituudeksi riittää 30 mm, koska nostoliikkeen ei tarvitse tehdä muuta, kuin nostaa letkat sen verran ilmaan, että niitä voidaan liikuttaa sivuttaissuunnassa toisen kuljettimen päälle. Näin ollen valittiin sylinterin iskunpituudeksi 50 mm, jotta jää hieman pelivaraa.

Nostettavan taakan massa koostuu kahdesta osasta, nostettavista letkoista, sekä nostopiikkien massasta. Nostettavien letkojen massa on enimillään 1200 kg ja nostopiikkiasetelman massa on noin 250 kg. Näin ollen mitoitusperusteena käytettiin massaa $1450 \text{ kg} * 1,5 \sim 2175 \text{ kg}$.

Käytettävä paine määräytyi jo olemassa olleen hydraulikon perusteella, joka on 21 MPa.

Nostovoiman tuottamiseksi tarvittava pinta-ala voidaan laskea seuraavalla kaavalla (2):

$$p = \frac{F}{A} \Rightarrow A = \frac{F}{p * n} = \frac{2175 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2}{21000000 \text{ Pa} * 0,95} = 1,07 * 10^{-3} \text{ m}^2 = 1070 \text{ mm}^2$$

Koska sylinteri on määrätty asennettavaksi siten, että se tekee työn paluuliikkeellä, täytyy männän pinta-alan ja männänvarren poikkipinta-alan erotuksen olla suurempi kuin 1070 mm^2 .

Männän ollessa 60 mm ja männänvarren ollessa 35 mm saadaan männänvarrenpuoleiseksi pinta-alaksi seuraavaa:

$$A_{m\grave{a}nt\grave{a}} = \pi r^2 = \pi * (30 \text{ mm})^2 = 2827,43 \text{ mm}^2$$

$$A_{v\grave{a}r\text{si}} = \pi r^2 = \pi * (17,5 \text{ mm})^2 = 962,11 \text{ mm}^2$$

$$\text{Männänvarrenpuoleinen pinta-ala} = A_{m\grave{a}nt\grave{a}} - A_{v\grave{a}r\text{si}} = 1865,32 \text{ mm}^2$$

$1865,32 \text{ mm}^2 > 1070 \text{ mm}^2$, joten männän halkaisijaksi valitaan SFS 3958-standardin mukainen sylinteri, jonka männän halkaisija on 60 mm ja sylinterivarren paksuus 35 mm.

7.3.2 Hammastangon ja hammaspyörän valinta


Hammastanko ja hammaspyörä valittiin (KUVIO 9) standardikokoisista komponenteista: hammastangoksi 30 mm leveä, 40 mm korkea $m = 4,0$ mod tyypin tanko, jonka pituus on 2400 mm. Hammaspyöräksi puolestaan valittiin jakohalkaisijaltaan 80 mm:n 30 mm:n paksuinen pyörä, jossa on 25 mm:n keskireikä. Näillä komponenteilla hammaspyörän tarvittava pyörimisnopeus on 31 rpm.

$$\frac{130 \text{ mm/s}}{\pi * 80,0 \text{ mm}} * 60 \text{ s/min} = 31 \text{ r/min}$$

Vääntömomentin laskenta hammastankokäytölle

Tällä voit laskea halutun voiman aikaansaamiseksi tarvittavan momentin hammastankokäytölle. Mikäli ilmoitat myös lineaarinopeuden, lasketaan myös tarvittava pyörimisnopeus. Huomaa, että tämä ohjelmaversio ohjelma ei vielä ota kantaa hammastuksen mitoittamiseen suhteessa laskettuun momenttiin.

Desimaalierottimena tulee käyttää pistettä (.)

$$Md = \frac{F \cdot Do}{2000}$$


Haluttu lineaarivoima (F)	<input type="text" value="235"/> N
Haluttu nopeus (v)	<input type="text" value="130"/> mm/s
Hammasmoduli (m)	<input type="text" value="4.0"/> mm
Hammasluku (z)	<input type="text" value="20"/>
<input type="button" value="Laske"/> <input type="button" value="Tyhjennä"/>	
Jakohalkaisija (Do) (DO=m*z)	<input type="text" value="80.00"/> mm
Vääntömomentti (Do*F/2000)minst (Md)	<input type="text" value="9.40"/> Nm
Varmistathan luettelosta, että hammastus riittää siirtämään momentin!	
Pyörimisnopeus (n)	<input type="text" value="0.52"/> 1/s
	<input type="text" value="31.04"/> 1/min

KUVIO 9. Hammastankokäytön mitoitus

7.3.3 Sähkömoottorin valinta

Sähkömoottorin valinnassa oleellisinta oli löytää oikealla kierrosnopeudella ja tarvittavalla vääntömomentilla varustettu moottori. Toimittajaksi valittiin SEW-Eurodrive, koska yrityksessä pyritään käyttämään heidän moottoreitaan hyvien huolto- ja varaosapalvelujen takia.

Tarvittava momentti saatiin seuraavien laskutoimitusten jälkeen:

$$F_{siirto} = F_a + F_{staat}$$

$$F_a = m * a = 2175 \text{ kg} * 0,065 \text{ m/s}^2 = 141,4 \text{ N}$$

$$F_{staat} = 150 \text{ N}$$

$$F_{siirto} = 141,4 \text{ N} + 150 \text{ N} = 291,4 \text{ N}$$

$$M = F_{siirto} * r_{hammaspyörä} = 291,4 \text{ N} * 0,04 \text{ m} = 11,65 \text{ Nm}$$

Vaihdemoottoriksi valittiin R37DR63L4 (LIITE 14). Sen kompakti koko ja oikeanlaiset ominaisuudet sopivat parhaiten kyseiseen sovellukseen.

$$P_1 = 0,25 \text{ kW}$$

$$n_1 = 1300 \text{ 1/min}$$

$$M_{1max} = 1,8 \text{ Nm}$$

$$i = 44,81$$

$$M_{2max} = 200 \text{ Nm}$$

$$n_2 = 31 \text{ 1/min}$$

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyöprosessi kaikkiaan oli onnistunut, vaikkakin tuotantolinjamuutosta ei päästy toteuttamaan käytännössä. Prosessin aikana pääsi hyödyntämään useita eri osa-alueita opinnoista, joita opintojen aikana on opiskeltu.

Tavoitteista saavutettiin kaikki neljä tärkeintä tavoitetta. Laitteesta saatiin suunniteltua melko yksinkertainen toiminnoiltaan, mikä oli tärkeää sen vuoksi, että sen toiminta on varmaa ja huoltaminen helppoa. Rungosta saatiin suunniteltua tukeva ja sen materiaaleina käytettiin vain kahta eri palkkityyppiä. Toimintojen toteutuksessakin saavutettiin mahdollisimman edullisimmat ja huoltovapaimmat ratkaisut, kun laitteen tarvitsee toimia vain kahdensuuntaisessa lineaariliikkeessä. Laitteen kustannukset pysyvät näiden edellämainittujen ratkaisujen takia maltillisina, kun sen rakenne on sellainen, että tehtaan oma kunnossapitohenkilöstö pystyy toteuttamaan laitteen rakennusvaiheen itse. Opinnäytetyön tuloksena syntyivät kaikki mekaniikan rakentamiseen tarvittavat osavalmistuskuvat (LIITTEET 1, 2, 12 ja 13) sekä kokoonpanokuvat (LIITTEET 3-11). Kaikki komponentit ovat numeroituna komponenttiluettelossa (LIITE 16).

Opinnäytetyön tekemisessä suurimman osuuden ajasta vei mekaniikan mallintaminen ja sen erilaisten ratkaisujen pohtiminen. Solidworksin käyttö tuli tutuksi käytännön tasolla tässä prosessissa paremmin kuin opintoihin liittyvissä harjoituksissa, ja näin ollen siitä on ollut todella paljon hyötyä.

Varsinaista suunnittelutyötä tehdessäni toimin tiiviissä yhteistyössä Wienerbergerin henkilöstön kanssa. Toiminnot on suunniteltu yhdessä kunnossapitohenkilöstön ja tuotantolinjan työntekijöiden kanssa. Valitsimme toteutettavat toiminnot tehtaan käyttöpäällikön kanssa.

LÄHTEET

Painetut lähteet:

Fonselius, J. 1999. Koneautomaatio: Hydraulikka. 8.-9. Painos. Helsinki: Oy Edita Ab.

Internet lähteet:

VEM Motors Finland Oy. 2013. Taajuusmuuttajakäytön edut [viitattu 7.4.2013]. Saatavissa: <http://www.vem.fi/tuotteet/ac-kayton-valinta/taajuusmuuttajakayton-edut>

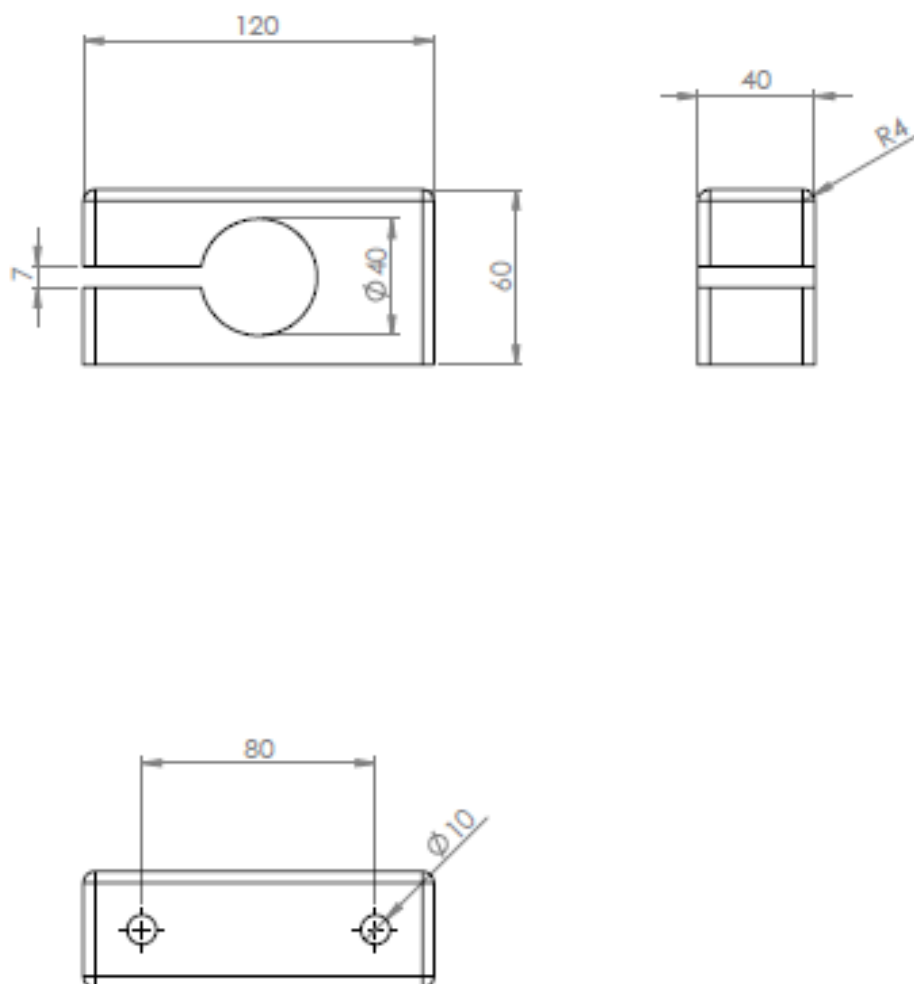
Wienerberger Oy. 2013. Yritys [viitattu 7.4.2013]. Saatavissa: <http://www.wienerberger.fi/yritys>

LIITTEET

LIITE 1. Kulkupyörän valmistuskuva

<p>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACES FINISH: TOLERANCES: UNLESS ANGULAR:</p>				<p>FINISH</p>	
<p>ORDER AND BREAK SHARP EDGES</p>				<p>DO NOT SCALE DRAWING</p>	
<p>REVISION</p>				<p>SECTION B-B</p>	
<p>NAME</p>				<p>SIGNATURE</p>	
<p>DATE</p>				<p>10.3.2013</p>	
<p>DRAWN: Joonas Järvenpää</p>				<p>SCALE</p>	
<p>CHECKED</p>				<p>Kulkupyörä</p>	
<p>APPROVED</p>				<p>DWG. NO.</p>	
<p>MPG</p>				<p>001</p>	
<p>GLA</p>				<p>A4</p>	
<p>MATERIAL:</p>				<p>SCALE 1:2</p>	
<p>WEIGHT:</p>				<p>SHEET 1 OF 1</p>	

LIITE 2. Taittoakselinkiinnikkeen valmistuskuva



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH		DRILL AND BREATHE SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH: TOUGHNESS: SHARP ANGULAR									
NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE			
DRAWN: Jouni Järvelin				10.5.2013		Taittoakselin kiinnike			
CHECKED						DWG NO. 002			
APPROVED									
MFG						A4			
QA									
						SCALE: 1:2			
						SHEET 1 OF 1			

Technical drawing of a wooden cabinet, showing three views: front, side, and top. The drawing includes dimensions and callouts for specific parts.

Dimensions:

- Front view: Width 2560 mm, Height 875 mm.
- Side view: Depth 1000 mm.
- Top view: Width 3460 mm.

Callouts:

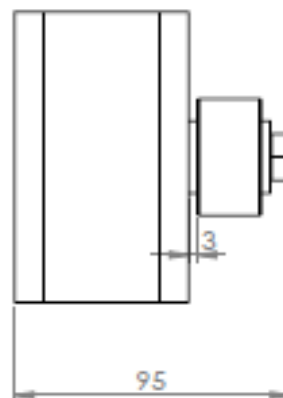
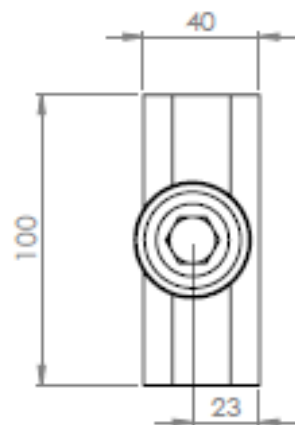
- 4: Points to the top edge of the cabinet.
- 5: Points to the side edge of the cabinet.
- 6: Points to the bottom edge of the cabinet.

Labels:

- Rungon kokoonpanokuva
- 100

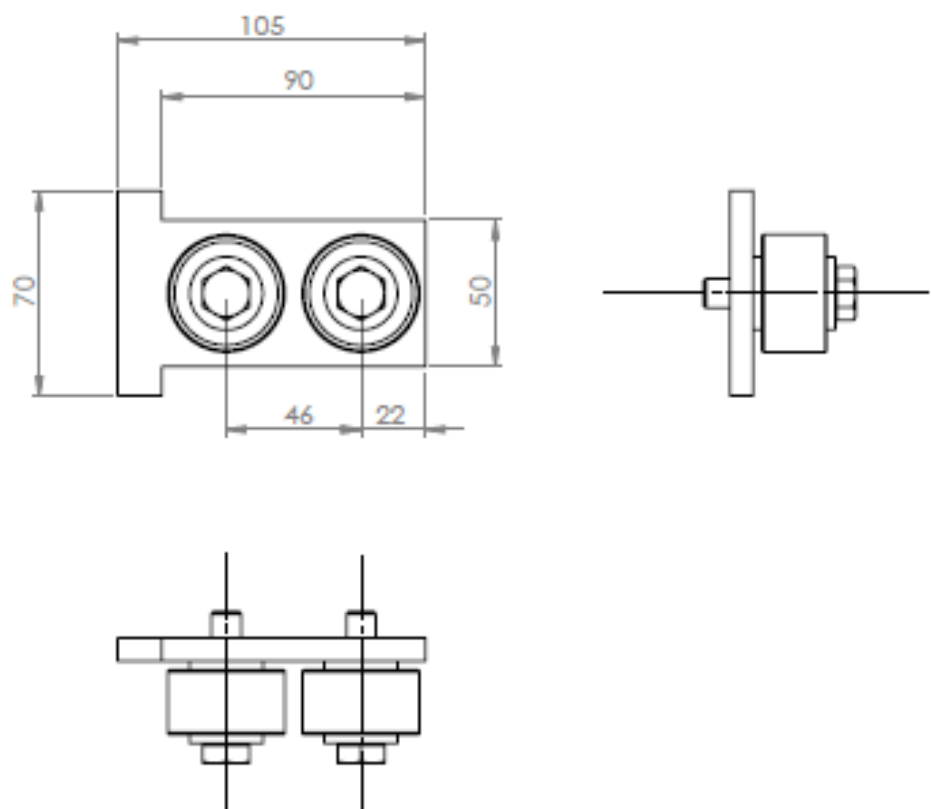
Technical drawing of the Kelkan runko (Kiln frame) showing three views: front elevation, side elevation, and top plan. The front elevation shows a rectangular frame with a height of 1060 mm and a width of 1600 mm. The side elevation shows a depth of 658 mm. The top plan shows a width of 1600 mm and a depth of 1060 mm. The drawing includes callouts 14, 15, 16, 17, and 18 pointing to various components of the frame.

LIITE 5. Sivuttaistukirulla



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: UNLESS ANGULAR:				FINISH		ORDER AND BASIC SHARP RODS		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
NAME				SIGNATURE		DATE		TITLE			
DRAWN: Joonas Järvinen						15.5.2013		Sivuttaistukirulla			
CHECKED											
APPROVED											
MFG											
QA											
								CWD NO. 008			
								SCALE 1:2			
								SHEET 1 OF 1			

LIITE 6. Pitkittäistukirulla



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS				FINISH		DRESS AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SUBALCS FINISH: TOUGHENING: SHARP: ANGULAR:											
NAME		SIGNATURE		DATE				TITLE			
DRAWN: Jouni Järvinen				15.5.2013				Pitkittäistukirulla			
CHECKED											
APPROVED											
MFG											
QA						MATERIAL:		DWG. NO.		009	
										A4	
						WEIGHT:		SCALE 1:2		SHEET 1 OF 1	

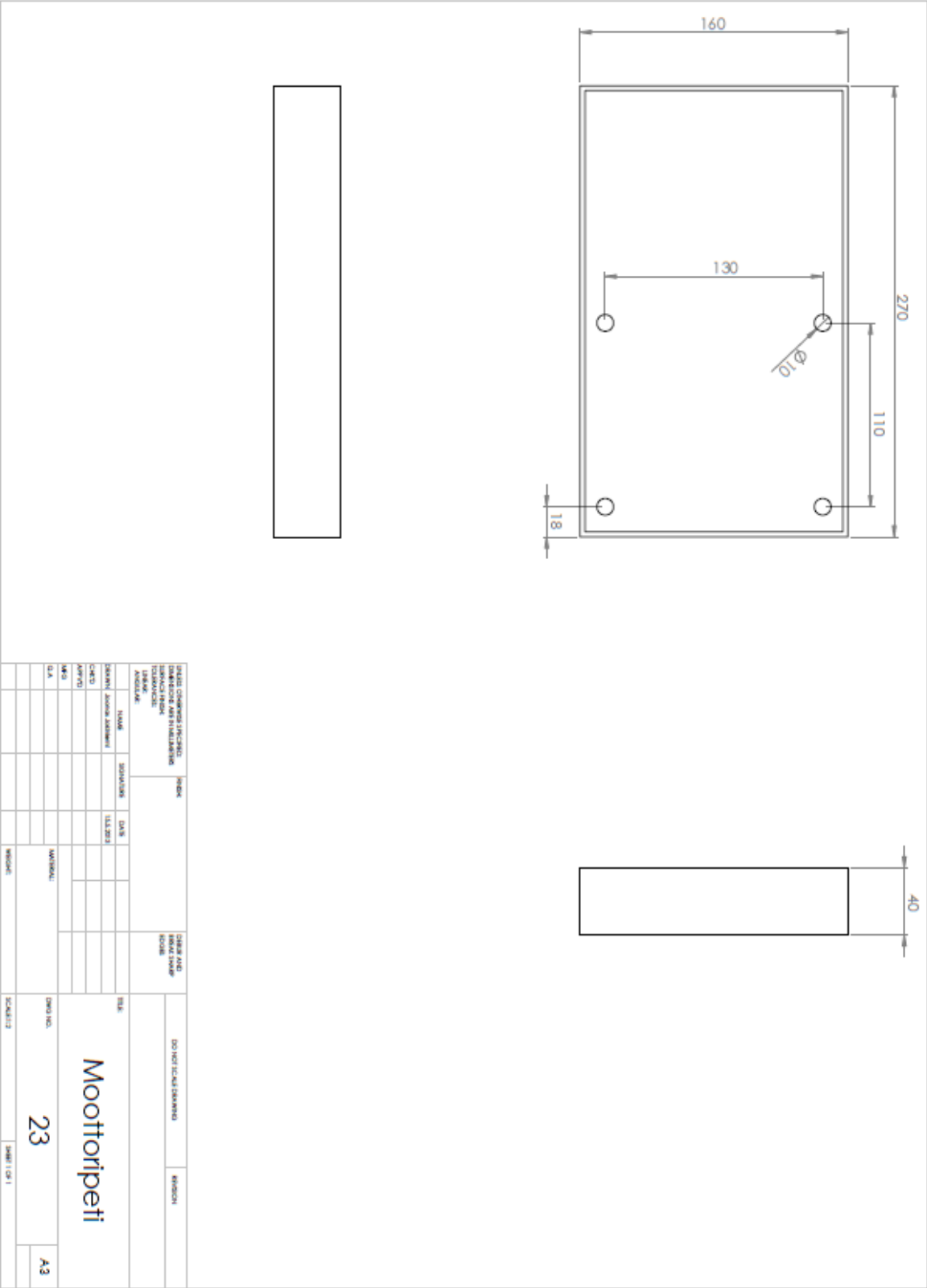
[illegible]

[illegible]

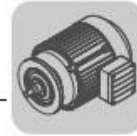
Technical drawing of a circular saw blade. The top view shows a circular blade with a central mounting hole and a side view showing dimensions: a total length of 578, a central section of 251, and a thickness of 10.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Technical Data and Dimension Drawings for AC Motors Technical data DR/DT/DV/DTE/DVE



8

1500 1/min - S1

Motor type	P_N M_N [kW] [Nm]	n_N [rpm]	I_N 380 V 415 V (400 V) [A]	$\cos\varphi$	EFF 2	$\eta_{75\%}$ $\eta_{100\%}$ [%]	I_A/I_N	M_A/M_N M_H/M_N	J_{Mot} 2) 3) [10 ⁻⁴ kgm ²]	Z_0 BG ⁴⁾ BGE ⁵⁾ [1/h]	M_{Bmax} [Nm]	$m^{1)}$ 2) 3) [kg]
DT56M4	0.09 0.66	1300	0.31 (0.29)	0.68	-	-	2.6	2.1 1.8	1.1 1.2	10000 -	0.8	6)
DT56L4	0.12 0.88	1300	0.46 (0.42)	0.68	-	-	2.6	2.2 1.9	1.1 1.2	10000 -	1.2	
DR63S4	0.12 0.83	1380	0.39 (0.39)	0.69	-	-	3.3	2.4 2.2	3.6 4.8	10000 -	2.4	6.1 7.6
DR63M4	0.18 1.3	1320	0.55 (0.55)	0.78	-	-	2.9	1.8 1.7	3.6 4.8	10000 -	3.2	6.1 7.6
DR63L4	0.25 1.8	1300	0.73 (0.68)	0.81	-	-	2.8	1.8 1.7	4.4 5.6	10000 -	3.2	6.7 8.2
DT71D4	0.37 2.6	1380	1.24 (1.15)	0.76	-	-	3.0	1.8 1.7	4.6 5.5	6000 9500	5	7.0 9.9
DT80K4	0.55 3.9	1360	1.75 (1.75)	0.72	-	-	3.4	2.1 1.8	6.6 7.5	4100 11000	10	9.9 12.7
DT80N4	0.75 5.2	1380	2.15 (2.1)	0.73	-	-	3.8	2.2 2.0	8.7 9.6	5200 14000	10	11.5 14.3
DT90S4	1.1 7.5	1400	2.8 (2.8)	0.77	EFF 2	77.5 76.5	4.3	2.0 1.9	25 31	2500 6300	20	16 26

R37, $n_e = 1400$ 1/min

200 Nm

n_a [1/min]	M_{amax} [Nm]	F_{Ra} [N]	φ (r) [']	i	DR63 DT71	DT80	DT90	DV100
3								
10	200	4950	8	134.82				
11	200	4950	8	123.66				
13	200	4950	8	105.28				
15	200	4950	8	90.77				
17	200	4950	8	84.61				
19	200	4950	8	73.96				
20	200	4950	8	69.33				
23	200	4950	8	61.18				
25	200	4950	9	55.76				
29	200	4950	9	48.08				
31	200	4950	9	44.81				
36	200	4760	9	39.17				
38	200	4540	9	36.72				
43	200	4120	9	32.40				
49	200	3740	9	28.73				
57	200	3240	9	24.42				

LIITE 15. Laakeriyksiköiden datalehti

Principal dimensions					Basic load ratings		Designations		
d	A	H	H ₁	L	dynamic C	static C ₀	Bearing unit	Housing	Bearing
mm					kN		-		
35	45	93	47,6	160	25,5	15,3	SY 35 TF	SY 507 M	YAR 207-2F

Grub screw
Recommended tightening torque [Nm]
Hexagonal key size [mm]
End cover

M 6×0.75
4
3
ECY 207

LIITE 16. Osaluettelo

Osanumero	Nimike	Tyyppi/mitat	kpl
1	Kulkupyörä		4
2	Kelkan laakeriyksiköt	SKF SY 35 TF	4
3	Kelkan akseli	d=35mm, 800mm	2
4	I-Tanko	SB 160 x 18x2400	2
5	Suorakaidepalkki	120 x 80 x 5.0x2400	4
6	Suorakaidepalkki	160 x 80 x 6.3x875	4
7	Nostopiikit		1
8	Poikittaistukirullayksikkö		4
9	Pitkittäistukirullayksikkö		4
10	sylinterin kiinnityspala		2
11	Nostosylinteri		1
12	Suorakaidepalkki	40x40x4.0x578	2
13	kiinnityspalan pohja		1
14	C-kisko		2
15	Kulmaprofiili	60x60x6x658	3
16	kolmiotuki		
17	Suorakaidepalkki	60 x 60 x 5.0x600	2
18	Suorakaidepalkki	60 x 60 x 5.0x458	1
19	Hammastanko	DIN - Rack-spur - rectangular 4M 20PA 30FW 40PH 2350L---SAll	1
20	Hammaspyörä	DIN - Spur gear 4M 20T 20PA 30FW	1
21	Siirtomoottori	SEW R37DR63L4	1
22	Moottoripeti		1
23	Kiinnityspalat taittopyörälle		2
24	Taittopyörän akseli	d=40mm, 578mm	1
25	Ketjupyörä (taittopyöräksi)	Chain wheel ISO - 25Z 16B-2 -- 25SA80.0N	1
26	Taittopyörän kiinnityspala		2
#12.1	Ketjupyörän laakerit	SKF - 6208 - 12,SI,NC,12_68	2
#8.1 & 9.1	Nostopiikkien ohjurilaakerit	SKF 4203	12